

資料4

パワーアシストスーツの利活用場面 (ユースケース)と導入効果評価試験(案)

国土交通省総合政策局
公共事業企画調整課
施工安全企画室

1. ユースケース(模擬作業)の設定
2. 模擬作業現場の状況
3. 検証及び評価の概要
4. 評価指標及び調査実施案

1. ユースケース(模擬作業)の設定

ユースケース(模擬作業)2種

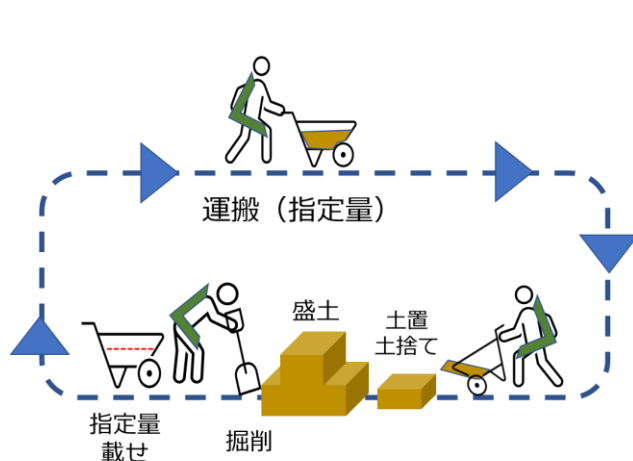
人土工作業

一輪車運搬

平場／屋外平坦地

- ①土・砂山の切り崩し
- ②掘削土の一輪車載せ
・回あたり土量は目安線で指定
- ③一輪車で運搬
- ④土捨場への運搬

土量: 最大0.2/m³半日
(0.15~0.2t 程度想定)
運搬距離: 20m以下



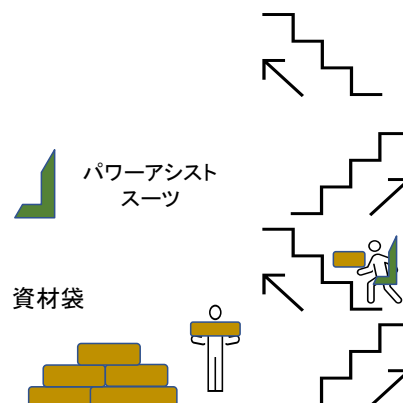
現場内小運搬

階段昇降運搬

建物階段

- ①資材持上げ
- ②階段上り運搬
- ③荷下ろし
- ④階段降り

4階高さ
往復3~4回
所要時間 4分/往復

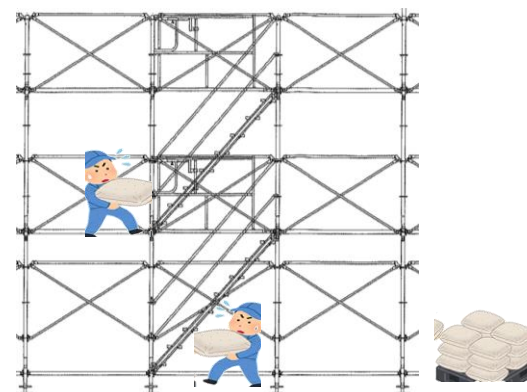


ステージ上への資材運搬・集積

仮設足場

- ①折返し昇降・単管
- ②折返し昇降・クランプ袋
- ③直通昇降・単管
- ④直通昇降・クランプ袋

上記①~④を3回実施
×2サイクルを半日で実施



参考(装着関連)

その他 (模擬現場以外)

- ①標準装具類の同時装着
- ②装着状態での動き安さ

ユースケース(模擬作業)負荷の考え方

短期間に複数のPASを装着し、評価を行う制約から、各作業間の疲労が蓄積しにくい程度で設定することとした。

目安	実作業時間	弱い	←作業負荷→	強い
短作業 (各種連携作業)	0.5~1時間 程度		今回の 試験評価の 目安	
4分の1日 (休憩と休憩の間の作業)	1.5時間 程度			
半日	3時間 程度			
1日	6時間 程度			
...	数日 間			
1週間	5営業日 程度		次年度以降の 評価候補	
数週間	十数日 程度			

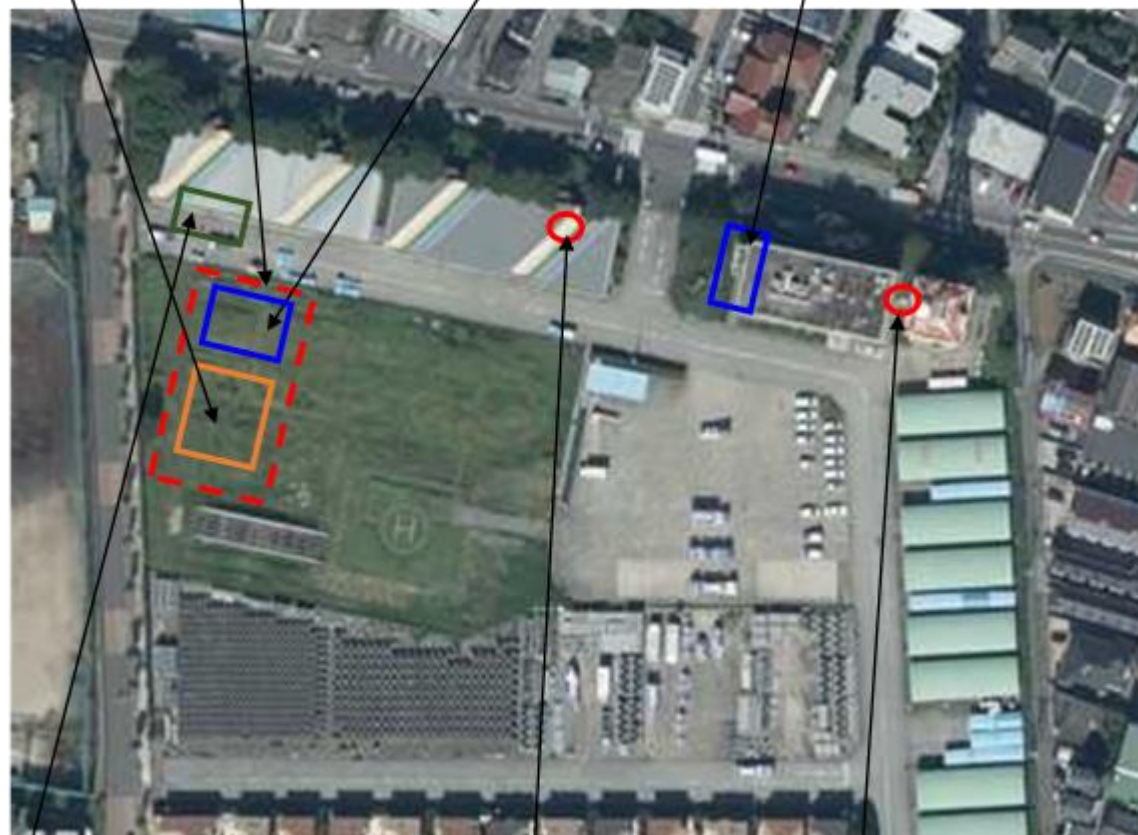
PAS開発会社
などによる
効果実感の推奨

2. 模擬作業現場の状況

仮設・試験場所：関東地方整備局船橋防災センター 2021年1月下旬



一輪車運搬 模擬作業現場 ステージ上への資材運搬 階段昇降運搬



休憩スペース
(車庫内に夜間保管)

トイレ

喫煙スペース

模擬作業現場(一輪車運搬、ステージ上への運搬)

一輪車運搬、ステージ上への運搬(仮設足場設置)は、ヤード内の平坦地で行う。



仮設足場での作業①
足場ステージ構築



人土工事ヤード
既存盛土をほぐし状態にして、作業実施



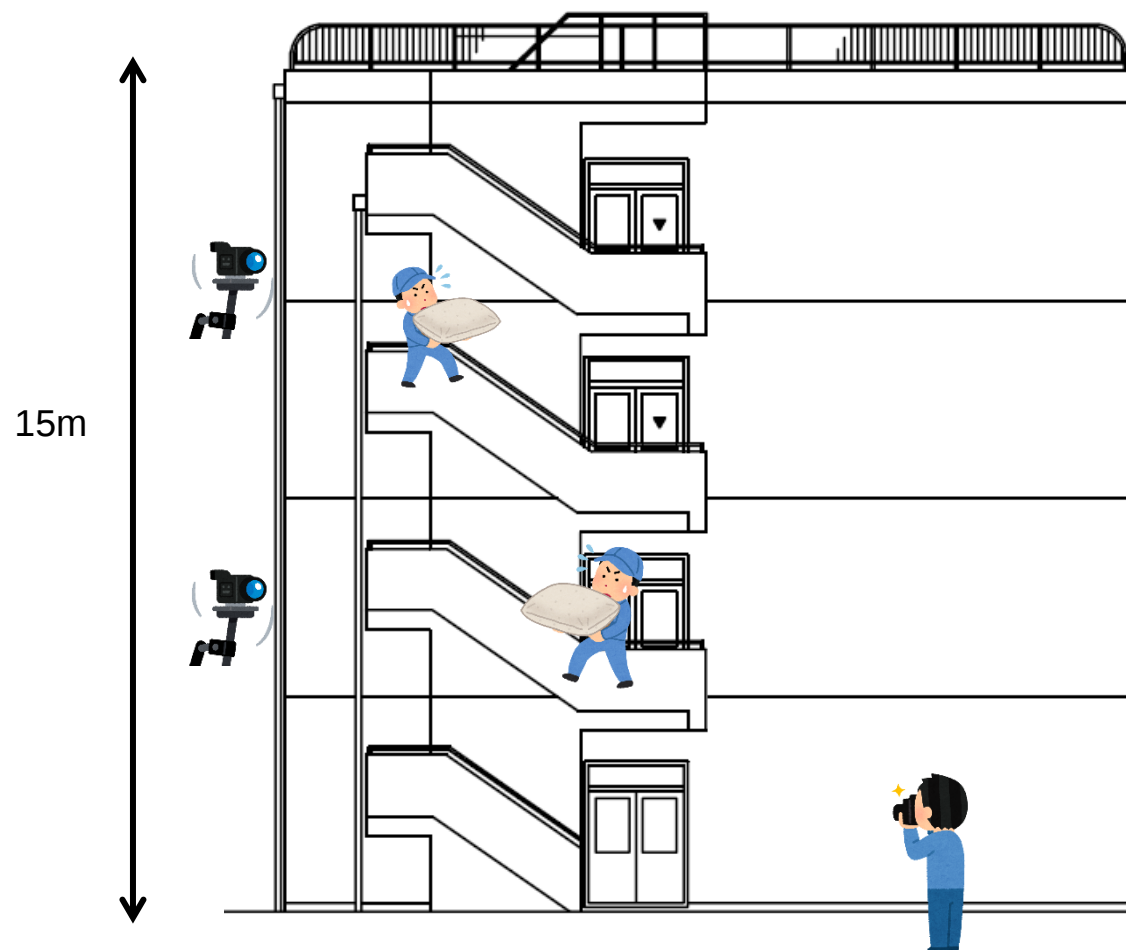
ヘリポート側はフレコンバッグ有り
【作業ヤードとしては不向き、地盤面も凹凸多数】



土砂の運搬方向

階段昇降運搬は、建物利用を予定している。

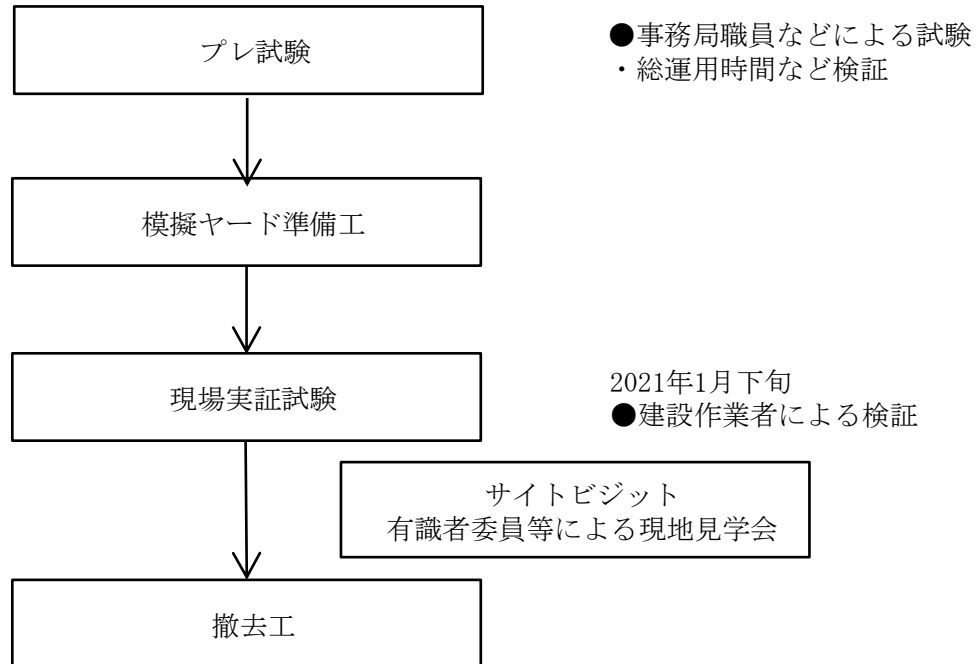
階段昇降運搬



注) 評価時の運搬は**資材袋**を予定

3. 検証及び評価の概要

実証作業工程 (プレ試験～撤去)



実施日程及び概要

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
A M	オリエンテーション 装着講習	実証作業① 未装着	装着講習 実証作業③ (装着ABCD)	装着講習 実証作業⑤ (装着BCD)	予備
P M	段取り確認	装着講習 実証作業② (装着ABCD)	装着講習 実証作業④ (装着ABCD)	アンケート等	予備

※サイトビジットは当該期間中に実施を計画

実証時間 9:00～15:00
作業員 8:00～17:00

作業員年代
①⑤⑨ 20歳台
②⑥⑩ 30歳台
③⑦⑪ 40歳台
④⑧⑫ 50歳以上

0. 未装着
A. 装着
B. 装着
C. 装着
D. 装着

- 期間：4日間(平日) 2021年1月下旬 **雨天時は順延**
- 評価対象スーツ：4種
(スマートスーツ、マッスルスーツ、HAL腰タイプ、PAIS-M100)
- 作業種類:3種
A 一輪車運搬
B 階段昇降運搬
C ステージ上への運搬(仮設足場)
- 作業員：12人 (20歳代から60歳代)
 - ・一輪車運搬：4人 (普通作業員を想定)
 - ・階段昇降運搬：4人 (とび工または型枠工を想定)
 - ・ステージ上への運搬：4人 (同上)

内容		1日目										2日目										3日目										4日目										5日目																							
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17														
事務局	開始・終了会議	■								■	■										■	■																																											
	オリエンテーション	■	■	■	■	■																																																											
	実験の段取り						■	■	■	■																																																							
	装着講習			■	■	■	■	■			■											■																																											
	検証											■	■			■	■	■					■	■			■	■																																					
作業員	一輪車運搬																																																																
	作業員①	■	■	■			■	■	■		■	■		調整	■	■		調整				■	■		調整	■	■		調整																																				
	作業員②	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■		確認				■	■			■	■		確認																																				
	作業員③	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■					■	■			■	■																																							
	作業員④	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■					■	■			■	■																																							
	階段上下運搬																																																																
	作業員⑤	■	■	■			■	■	■		■	■		調整	■	■		調整				■	■		調整	■	■		調整																																				
	作業員⑥	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■		確認				■	■			■	■		確認																																				
	作業員⑦	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■					■	■			■	■																																							
	作業員⑧	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■					■	■			■	■																																							
	ステージ上への運搬																																																																
	作業員⑨	■	■	■			■	■	■		■	■		調整	■	■		調整				■	■		調整	■	■		調整																																				
作業員⑩	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■		確認				■	■			■	■		確認																																					
作業員⑪	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■					■	■			■	■																																								
作業員⑫	■	■	■			■	■	■		■	■			■	■					■	■			■	■																																								

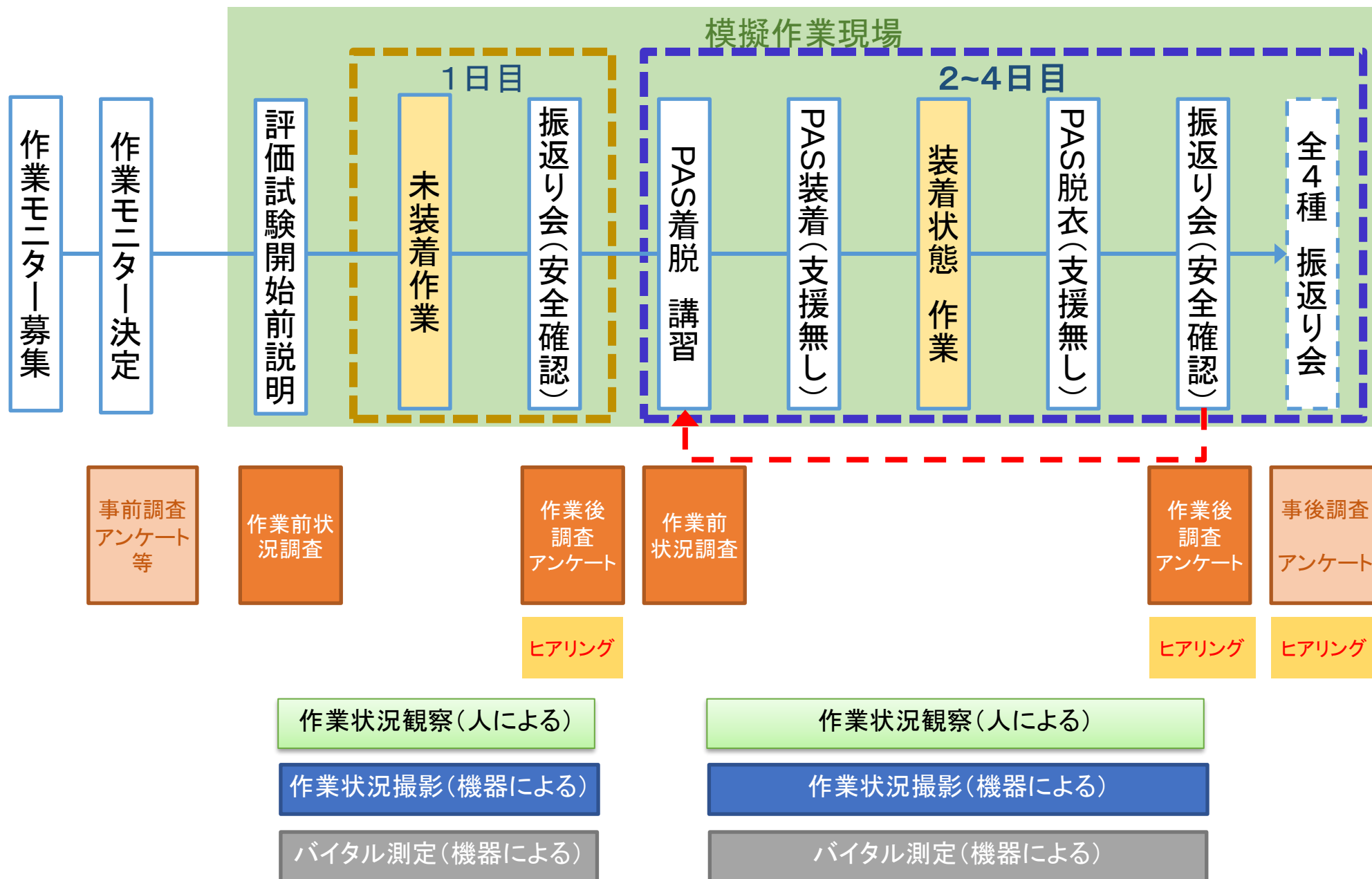
未装着での作業

講習+装着での作業

1日の作業工程（2日目及び3日目）

時間帯 ()は午後コース 作業		8時				9時 (13時)				10時 (14時)				11時 (15時)				(16時)			
		0～	15～	30～	45～	0～	15～	30～	45～	0～	15～	30～	45～	0～	15～	30～	45～	0～	15～	30～	45～
人力土工作业 現場内小運搬	一輪車運搬 4人	準備 装着 安全確認				1サイクル目 ①一輪車残土積み込み ②20m運搬 ③土捨場へ集積 ④小休止				2サイクル目 ①一輪車残土積み込み ②20m運搬 ③土捨場へ集積 ④小休止				調整・アンケート等							
	階段昇降運搬 4人					1サイクル目 ①上り(クランプ袋持ち) ②下り(クランプ袋持ち) ③小休止 ④ ①～③を3回転				2サイクル目 ①上り(クランプ袋持ち) ②下り(クランプ袋持ち) ③小休止 ④ ①～③を3回転				調整・アンケート等							
	ステージ上への 運搬 4人					1サイクル目 ①折返し昇降・単管 ②折返し昇降・クランプ袋 ③直通昇降・単管 ④直通昇降・クランプ袋 ⑤小休止 ⑥ ①～③を3回転				2サイクル目 ①折返し昇降・単管 ②折返し昇降・クランプ袋 ③直通昇降・単管 ④直通昇降・クランプ袋 ⑤小休止 ⑥ ①～③を3回転				調整・アンケート等							

作業ごとの評価・計測案



4. 評価指標及び調査実施案

導入効果評価指標(案)

今年度の現場検証項目

	短期指標	中長期指標
効率性	・作業のサイクルタイム	・生産性指標(日建連)
包摂的かつ持続的な建設現場	・負荷・疲労の低減 (主観(アンケート)／客観) ・作業の質の確保	・建設技能者の若手の就労、定着 (新卒3年離職率など)

	モニタリング指標(案)
熟練技術・技能の伝承、若手教育	・作業に対する習熟度評価 (主観(アンケート)／客観) ・建設技能者の若手の就労、定着 (新卒3年離職率など)

評価方法等

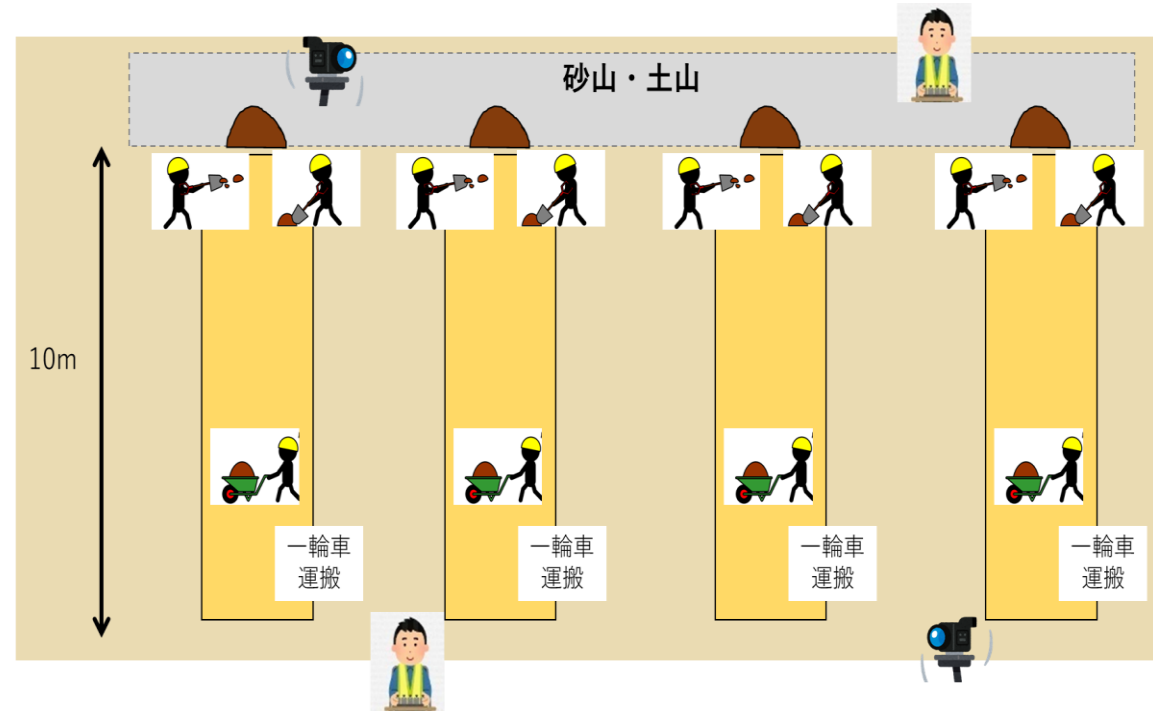
短期指標	検証項目	計測方法	サンプル数等
作業の サイクル タイム	・ 特定動作(作業)所要時間 ・ 一連の作業の所要時間(または一定時間内の動作業処理回数) ・ PAS着脱等にかかる時間	・ 現場時間測定 ・ 撮影による観測(補完)	対象数: 12人 (20~60歳代で年代3区分程度、腰痛経験有無なども考慮)
負荷・疲労の低減	・ 作業疲労度 ・ 疲労蓄積度 ・ 各作業における使用PAS適合度(外した方が作業しやすい等) ・ 今後のPAS装備継続意向	・ 撮影による観測 ・ 現場立会人による観察 ・ アンケート ・ ヒアリング	期間: 3日 比較: PAS装着あり・なし
作業の質の確保	・ 出来高の本人評価 ・ 作業遂行の安定度・作業のムラの発生 ・ ヒヤリハットの発生	・ (参考)バイタル機器による測定	

評価のための計測実施案

1) 一輪車運搬作業

【作業仕様】

- 作業員 4名
 - 現場調査員 2名
 - カメラ4台固定カメラにて定点観測。
調査員が作業度合いを現場でチェック
(特に運搬時)
※ウェアラブルカメラの可能性も検討中
 - 掘削量 $0.1\text{m}^3 \sim 0.2\text{m}^3$ / 半日
 - 運搬距離 20m程度想定
- ※一輪車の土量を一定にするため、一輪車に
土量積載目安の線をひく



【評価のための計測方法】

- PAS着脱時間
- 各作業の時間、一連の作業の所要時間
- 一連の作業にかかる時間の回数を経るごとの変化 (回数ごと)
- 運搬の安定度、ふらつき度、土こぼし量
- 立会人による観察 (例 疲れているように見える、息があらいい など)

※上記に加え、アンケート、インタビューによる疲労度、PASによる作業への感想、バイタルデータの取得、1日目から2日目にかけての変化、PAS装着ありとなしの比較

評価のための計測実施案

2) 階段昇降運搬作業

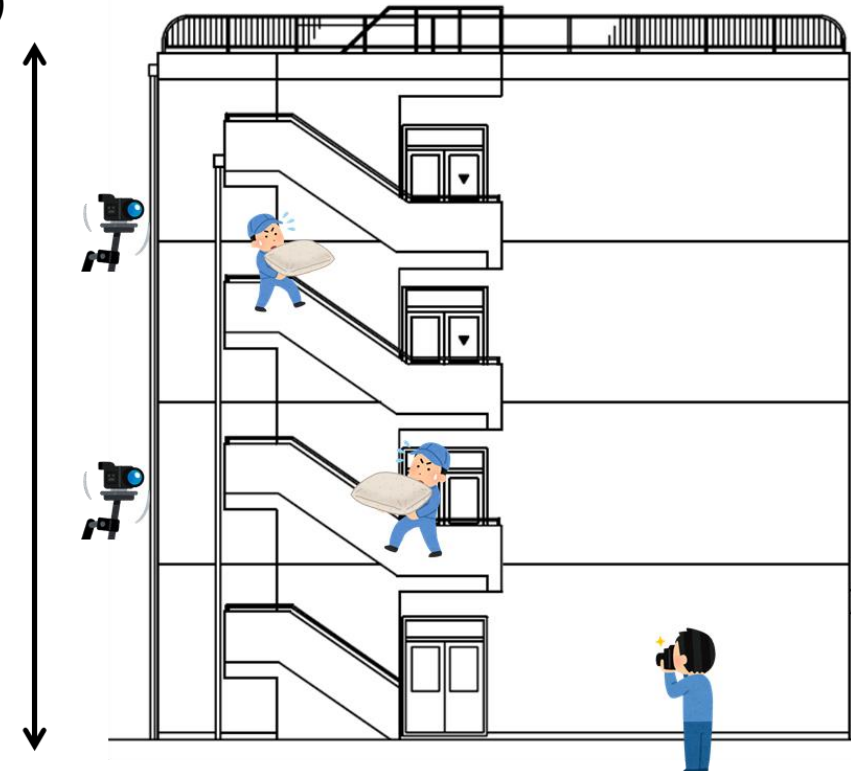
【作業仕様】

- 作業者 4名
- 現場調査員 2名
- カメラ1～2台固定カメラにて定点観測。
調査員が作業度合いを現場でチェック（特に運搬時）
※ウェアラブルカメラの可能性も検討中

【評価のための計測方法】

- PAS着脱時間
- 各作業の時間、一連の作業の所要時間
- 立会人による観察
（例 疲れているように見える、息があらい など）

※上記に加え、アンケート、インタビューによる疲労度、
PASによる作業への感想、
バイタルデータの取得、
1日目から2日目にかけての変化、
PAS装着ありとなしの比較



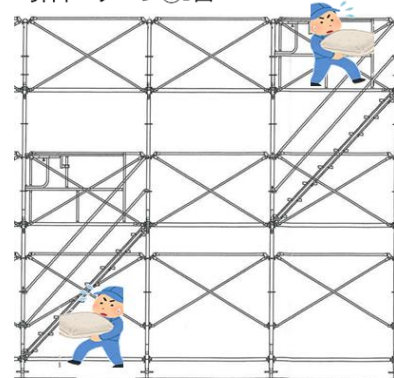
評価のための計測実施案

3) ステージ上への運搬

【作業仕様】

- 作業員 4名
- 現場調査員 2名
- カメラ4台固定カメラにて定点観測。
調査員が作業度合いを現場でチェック（特に運搬時）
※ウェアラブルカメラの可能性も検討中

昇降パターン①B面



資材置き場

- ・単管2m×3本×2セット=6本
- ・土嚢×3体



【評価のための計測方法】

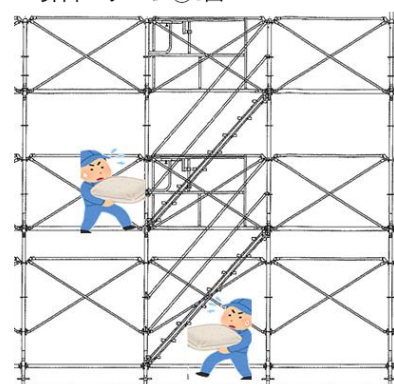
- PAS着脱時間
- 上下運搬距離あたりのかかる時間（経時変化）
- 上下運搬の安定度（ふらつき度）
- 上下運搬繰り返しによる経時変化
- 立会人による観察

（例 疲れているように見える、息があらいい など）

※上記に加え、アンケート、インタビューによる疲労度、標準装着15kg増を踏まえた感想、PASによる作業への感想、バイタルデータの取得、1日目から2日目にかけての変化、PAS装着ありとなしの比較



昇降パターン②C面



資材置き場

- ・単管2m×3本×2セット=6本
- ・土嚢×3体



評価のための調査実施案

ヒアリング、アンケート、計測等

実施時期	調査内容
事前調査 (アンケート等)	● 作業員の属性(年齢、経験の有無、腰痛など健康状態) ※調査の趣旨を事前に十分に説明
作業開始前調査 (毎日)	● 本日の体調等健康状態 ● 前日の疲れが残っているか ● PAS装着の感想
作業中 (観測、観察、計測)	● 撮影による時間観測、立会人による観察、バイタル機による計測(作業の安定度、疲れ度合い等) ※作業員に計測結果などを知らせたり、他の作業員との比較等を行わない。
作業終了後(毎日) (簡易アンケートまたはヒアリング)	● 1日終了後に、簡単なアンケートとともに、PASを装着し作業した実感について、ざくばらんに意見を出してもらう。 時間 :20~30分程度 ● ・今回の模擬検証の総括的意見 ・PASに対するイメージ、当初のイメージと違った点 ・作業中に気になった点 ・PASに対する評価 など

評価のための計測実施案

ヒアリング、アンケート、計測等（つづき）

実施時期	調査内容
全作業終了後 （作業最終日）	● 作業員へのアンケートを実施。以下の設問を予定。 ● Q 使用後作業負担の軽減の効果はありましたか。(4択による段階) - ア かなり負担軽減された - イ 概ね負担軽減となった - ウ 期待していたほど負担軽減にならなかった - エ あまり負担軽減にならなかった →どのような動作や作業で、どの部位で効果があったか。 →どのような点で負担軽減にならなかったか。 ● 1日目以降翌日に疲れが残ったと思いますか。 ● PASについての感想(4段階評価) 項目例：軽さ、フィット感、軽快さ、安心さ、快適さ、装着時間 ● 今後の使用意向 →（使用に消極的な方）使用するための条件、改善点等 ● その他PASに対する意見

※上記ヒアリングやアンケート結果と、立会人による観察所見とをあわせて分析。

（動きが鈍ったように見える、快適そうに見える、疲れているように見える、ふらつきがみられる、本人の性格の違い等）
また作業員ごとのバイタル測定結果（心拍数など）も参考とすることを予定するが、バイタル測定の分析においては、専門家の意見を踏まえた整理を予定する。